

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/075913 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F28D 1/053**,  
F28F 9/02

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WÖLK, Gerrit**  
[DE/DE]; Olgastrasse 126, 70180 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001032

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BEHR GMBH & CO. KG**; In-  
tellectual Property, G-IP, Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart  
(DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Februar 2005 (02.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

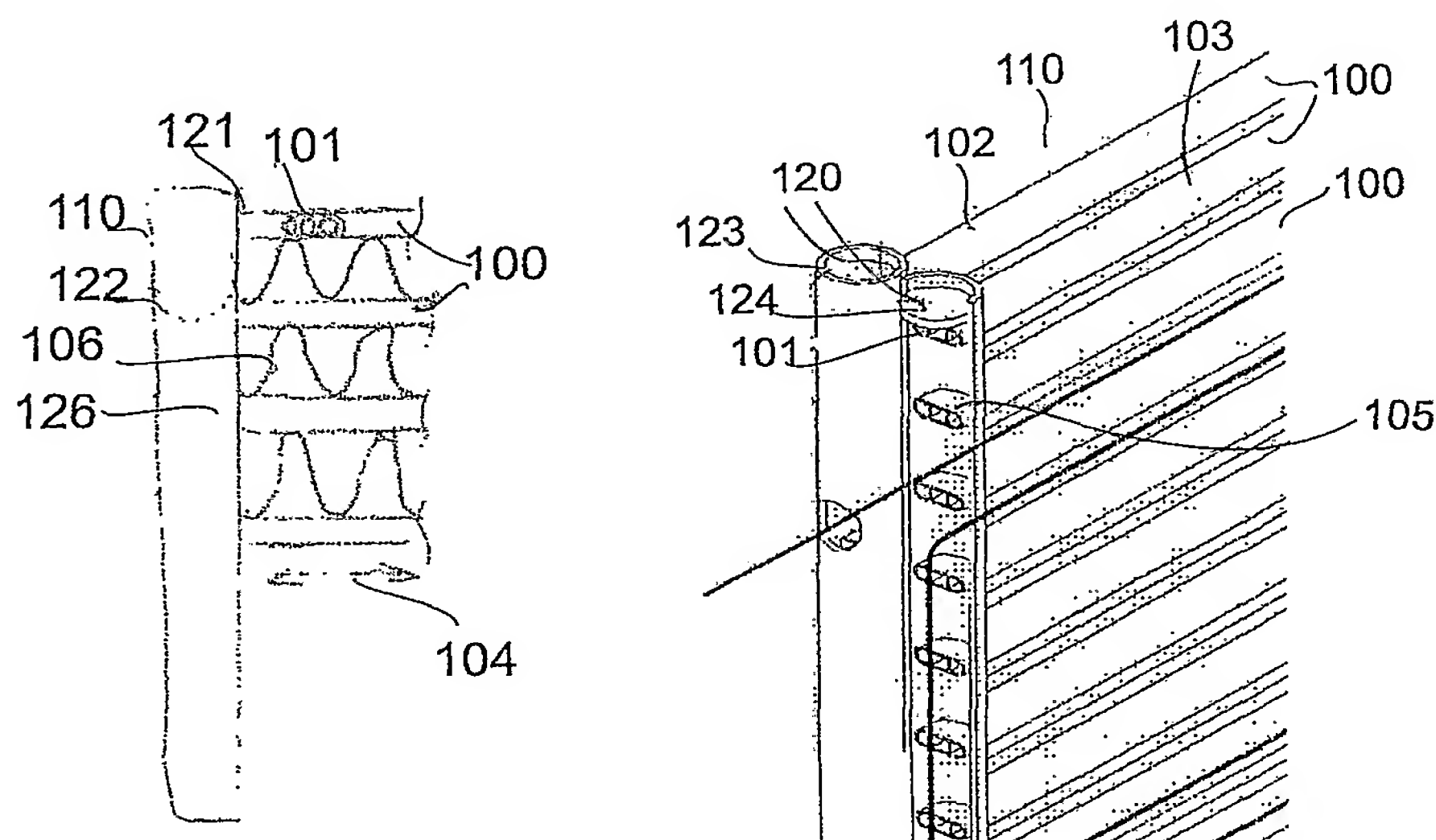
(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 005 621.8 4. Februar 2004 (04.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **BEHR GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Mauserstrasse  
3, 70469 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR HEAT EXCHANGE AND METHOD FOR PRODUCING ONE SUCH DEVICE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM AUSTAUSCH VON WÄRME UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER  
DERARTIGEN VORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device for heat exchange, said device comprising a flow device and a collection and/or distribution device connected to the flow device at a connection point. The flow device has a pre-determined length and a flat tubular cross-section, and a fluid under a high pressure, for example an operating pressure of approximately 125 bar, flows through the same. Said flow device has a linear course over the entire length thereof, along a longitudinal axis thereof. The long side of the flat tubular cross-section of the flow device is approximately between 5 mm and 6.1 mm, and is at an angle of approximately 90°, at the connection point, in relation to a main direction of extension of the collection and/or distribution device.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/075913 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*  
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) **Zusammenfassung:** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Austausch von Wärme weist auf eine Durchflusseinrichtung und eine mit der Durchflusseinrichtung an einer Anschlussstelle verbundene Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung. Die Durchflusseinrichtung weist eine vorgegebene Länge sowie einen flachrohrartigen Querschnitt auf und ist von einem unter einem Hochdruck, beispielsweise einem Betriebsdruck von ungefähr 125 bar, stehenden Fluid durchströmbar. Die Durchflusseinrichtung weist einen über die gesamte Durchflusseinrichtungslänge entlang einer Längsachse der Durchflusseinrichtung geraden Verlauf auf. Die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts der Durchflusseinrichtung weist eine Länge von ungefähr 5 mm bis 6,1 mm auf. An der Anschlussstelle weist die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts der Durchflusseinrichtung einen in Bezug auf eine Hauptausdehnungsrichtung der Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung Winkel von ungefähr 90° auf.

- 1 -

5

---

BEHR GmbH & Co. KG  
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

---

10

**Vorrichtung zum Austausch von Wärme und Verfahren zur Herstellung  
einer derartigen Vorrichtung**

15

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher für einen Hochdruckkühlkreislauf, insbesondere auf einen Hochdruckkühler, im speziellen einen Hochdruckgaskühler, und/oder Hochdruckzuheizer.

20

Unter einem Hochdruckkühlkreislauf ist im Folgenden ein Kühlkreislauf zu verstehen, bei welchem ein den Kühlkreislauf durchströmendes Fluid zumindest abschnittsweise unter einem Betriebsdruck von ungefähr 110 bar bis 130 bar, insbesondere von ungefähr 125 bar, steht und/oder welcher Kühlkreislauf nach geltenden Sicherheitsbestimmungen für Berstdrücke in einem Bereich von 270 bar bis 360 bar ausgelegt sein muss.

25

Derartige Wärmetauscher in Hochdruckkühlkreisläufen, im Folgenden kurz als Hochdruckwärmetauscher bezeichnet, sind aus dem Stand der Technik bekannt.

30

Fig.10 zeigt einen Ausschnitt eines solchen, in diesem Fall zweireihigen, Hochdruckwärmetauschers bzw. zweireihigen Hochdruckgaskühlers aus dem Stand der Technik.

35

Bei dem zweireihigen Hochdruckwärmetauscher bzw. Hochdruckgaskühler im Stand der Technik sind Rohre 1000 in zwei parallelen Ebenen angeordnet. Die jeweils in einer Ebene angeordneten Rohre sind ihrerseits ebenfalls parallel zueinander ausgerichtet.

- 2 -

Die Rohre 1000 weisen im Stand der Technik eine flachrohrartige Form auf, die im Querschnitt 1001 eine lange Seite 1002 und eine gegenüber dieser langen Seite 1002 wesentlich kürzere Seite 1003 aufweist.

5

Das (Flach-)Rohr 1000 wird in einer Längsrichtung 1004 von einem Kühlmittel durchflossen, wozu in dem Flachrohr 1000 in der Regel mehrere Durchflusskanäle 1005 im wesentlichen parallel zu der Längsrichtung 1004 bzw. zu einer Längsachse des Flachrohrs 1000 vorgesehen sind.

10

Das Kühlmittel steht zumindest in diesem Abschnitt unter einem Betriebsdruck von ungefähr 125 bar. Nach geltenden Sicherheitsbestimmungen ist der Hochdruckwärmetauscher bzw. Hochdruckgaskühler allerdings für Berstdrücke im Bereich von 270 bar bis 360 bar ausgelegt.

15

In Endabschnitten 1009 an beiden Enden 1008 des Flachrohrs 1000 weist das Flachrohr 1000 gemäß dem Stand der Technik jeweils eine kontinuierliche Verdrehung bzw. Verdrillung (Torsion) um seine Längsachse bis zu 90° auf.

20

Beide solchermaßen um 90° verdrehten Enden 1007 des Flachrohrs 1000 im Stand der Technik sind mit hohlkörperartigen Sammel- und/oder Verteilungseinrichtungen 1008 flüssigkeits- und/oder gasdicht verbunden.

25

Unter einem miteinander Verbinden wird ein Verbinden in der Weise verstanden, dass durch diese Verbindung ein flüssiges und/oder gasförmiges Fluid, wie beispielsweise das Kühlmittel, flüssigkeits- und/oder gasdicht strömen kann.

30

An einer Verbindungsstelle zwischen einem Ende des Flachrohrs 1000 und der hohlkörperartigen Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung 1008 verläuft die lange Seite 1002 des Querschnitts 1001 des Flachrohrs 1000 im wesentlichen parallel zu einer Längsachse (Hauptausdehnungsrichtung) der hohlkörperartigen Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung 1008.

35

- 3 -

- Aufgrund der Verdrehung der Flachrohrenden 1007 kann  
messung der hohlkörperartigen Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung  
1008, d.h. ein Innenquerschnitt der hohlkörperartigen Sammel- und/oder  
Verteilungseinrichtung 1008, und damit eine Materialdicke reduziert werden.  
5 Dadurch können die gemäß den Sicherheitsbestimmungen geforderten  
Berstdrücke sowie die herrschenden Betriebsdrücke bei reduzierten Materi-  
aldicken und Materialaufwendungen für die hohlkörperartigen Sammel-  
und/oder Verteilungseinrichtung 1008 erzielt werden.
- 10 Allerdings reduziert die Verdrehung der Flachrohrenden 1007 in nachteiliger  
Weise eine zu einem Wärmeaustausch, insbesondere eine zu einer Küh-  
lung, nutzbare Oberfläche des Flachrohrs 1000 und damit eine zur Kühlung  
nutzbare Stirnfläche des Hochdruckwärmetauschers.
- 15 Darüber hinaus schränkt die Verdrehung der Flachrohrenden 1007 in nach-  
teiliger Weise eine freie Wahl eines Abstands 1010 bei der parallelen Beab-  
standung 1010 der Flachrohre 1000 zueinander ein. Eine Wellrippenhöhe  
bei dem Wärmetauscher bzw. Gaskühler ist dadurch in einer Mindesthöhe  
begrenzt.
- 20 Auch wird durch die Verdrehung der Flachrohrenden 1007 in nachteiliger  
Weise eine Querteilung einer Wärmetauschermatrix des Gaskühlers be-  
schränkt.
- 25 Auch erhöht die Verdrehung der Flachrohrenden 1007 für eine Herstellung  
der Flachrohre aufzuwendende Herstellkosten.
- 30 Entsprechendes bzw. entsprechend Nachteiliges gilt im Speziellen auch für  
aus dem Stand der Technik bekannte Hochdruckzuheizer wie auch für aus  
dem Stand der Technik bekannte Hochdruckwärmetauscher im Allgemeinen.
- 35 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, einen gegen-  
über dem Stand der Technik in der Herstellung kostengünstigeren und in  
seiner Geometrie auch bei geringen Materialdicken weniger eingeschränkten  
Hochdruckwärmetauscher zu schaffen.



5 Dies wird erfindungsgemäß durch die Vorrichtung zum Austausch von Wärme sowie durch das Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zum Austausch von Wärme mit den Merkmalen gemäß dem jeweiligen unabhängigen Patentanspruch gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Austausch von Wärme weist auf wenigstens eine Durchflusseinrichtung und wenigstens eine mit der wenigstens einen Durchflusseinrichtung an einer Anschlussstelle verbundene Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung.

15 Unter einem miteinander Verbinden wird ein Verbinden in der Weise verstanden, dass durch diese Verbindung ein flüssiges und/oder gasförmiges Fluid, wie beispielsweise ein Kühlmittel, insbesondere Kohlendioxid, flüssigkeits- und/oder gasdicht unter Hochdruck, beispielsweise einem Betriebsdruck von ungefähr 110 bar bis 130 bar, insbesondere von ungefähr 125 bar,  
20 strömen kann.

Die erfindungsgemäße Durchflusseinrichtung weist eine vorgegebene Länge (Durchflusseinrichtungslänge) sowie einen flachrohrartigen Querschnitt auf.

25 Unter einem flachrohrartigen Querschnitt (Flachrohr) wird im Rahmen der Erfindung eine Querschnittsform verstanden, welche eine lange Seite (Tiefe) und eine gegenüber dieser langen Seite wesentlich kürzere Seite (Höhe) aufweist.

30 Die Durchflusseinrichtung und die Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung sind von einem unter einem Hochdruck, beispielsweise einem Betriebsdruck von ungefähr 110 bar bis 130 bar, insbesondere von ungefähr 125 bar, stehenden Fluid durchströmbar.

35

- 5 -

Die erfindungsgemäße Durchflusseinrichtung weist einen über die gesamte Durchflusseinrichtungslänge, entlang einer Längsachse der Durchflusseinrichtung geraden Verlauf auf.

5

Dabei wird unter einem entlang der Längsachse geraden Verlauf ein Verlauf verstanden, bei dem die Durchflusseinrichtung bzw. der flachrohrartige Querschnitt der Durchflusseinrichtung weder um die Längsachse verdreht bzw. verdrillt oder tordiert ist noch die Längsachse selbst einen gebogenen oder verkrümmten Verlauf aufweist.

10

Die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts der Durchflusseinrichtung, im Folgenden auch als (Durchflusseinrichtungs-)Tiefe bezeichnet, weist eine Länge von ungefähr 5 mm bis 6,1 mm, insbesondere von 5 mm bis 5,9 mm, auf.

15

An der Anschlussstelle weist die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts der Durchflusseinrichtung einen in Bezug auf eine Hauptausdehnungsrichtung der Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung Winkel von ungefähr 90° auf.

20

Der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Wärmeaustausch bzw. der erfindungsgemäßen Durchflusseinrichtung liegt die nicht triviale Erkenntnis zugrunde, dass bei Querschnittstiefen der Durchflusseinrichtung von ungefähr 5 mm bis 6,1 mm, insbesondere von 5 mm bis 5,9 mm, auf Querschnittsverdrehungen an Enden der Durchflusseinrichtung verzichtet werden kann.

25

Wird die nun gerade Durchflusseinrichtung derart mit einer Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung verbunden, dass die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts der Durchflusseinrichtung einen in Bezug auf die Hauptausdehnungsrichtung der Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung Winkel von ungefähr 90° aufweist, können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch bei reduzierten Materialdicken Berstdrücke oberhalb der geforderten 270 bar erreicht bzw. erzielt und/oder kann diese auch bei reduzierten Materialdicken in einem Hochdruckbereich betrieben werden.

30

35

- 6 -

Bei dem Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zum Austausch von Wärme wird an einer Anschlussstelle zwischen mindestens einer Durchflusseinrichtung und mindestens einer Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung eine Verbindung hergestellt wird, welche Verbindung einer Gruppe entnommen wird, welche Löt-, Schweiß- oder Klebeverbindungen enthält.

Bevorzugt wird die mindestens eine Durchflusseinrichtung in die mindestens eine Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung gesteckt und/oder verlötet.

Unter einer Verbindung wird ein Verbinden in der Weise verstanden, dass durch diese Verbindung ein flüssiges und/oder gasförmiges Fluid, wie beispielsweise ein Kühlmittel, flüssigkeits- und/oder gasdicht unter Hochdruck, wie einem Betriebsdruck von ungefähr 125 bar, strömen kann.

Die Durchflusseinrichtung sowie die Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung weisen die im obigen genannten Spezifikationen auf.

Gerade durch den bei der Erfindung möglichen Entfall der Querschnittsverdrehung der Durchflusseinrichtung; im Folgenden kurz als Rohrverdrehung oder Flachrohrverdrehung bezeichnet, im Hochdruckbereich weisen diese sowie die Ausführungsformen und Weiterbildungen von dieser Vorteile auf.

So kann durch die erfindungsgemäße, gerade Durchflusseinrichtung eine größere berippte, für einen Wärmeaustausch relevante Stirnfläche realisiert werden als bei einer vergleichbaren, verdrehten Durchflusseinrichtung.

Auch muss bei einer parallelen Anordnung von mehreren erfindungsgemäßen Durchflusseinrichtungen, insbesondere (Flach-)Rohren, in einer Ebene kein Mindestabstand zwischen jeweils zwei von den Durchflusseinrichtungen eingehalten werden. Wellrippen zwischen benachbarten Durchflusseinrichtungen mit geringeren Gesamthöhen sind damit realisierbar.



- 7 -

Ferner sind die für die Herstellung aufzuwendenden Kostendungsgemäßen Durchflusseinrichtungen geringer als bei vergleichbaren, verdrehten Durchflusseinrichtungen.

5 Ebenso ergibt sich durch die Erfindung ein geringerer Materialeinsatz und demzufolge geringere Materialkosten im Vergleich zu herkömmlichen mehrreihigen Wärmetauschern.

10 Auch eine Handhabung der geraden Durchflusseinrichtungen bei einer Herstellung von Hochdruckwärmetauschern, insbesondere Hochdruckkühlern und/oder Hochdruckzuheizern, und dort im Speziellen bei einer Rohrzuführung bei einem Kassetieren ist vereinfacht.

15 Darüber hinaus sind geometrisch einfachere Sammel- und/oder Verteilungseinrichtungen, welche an den unverdrehten Enden der Durchflusseinrichtungen mit diesen verbunden sind, realisierbar.

20 In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Durchflusseinrichtung, beispielsweise ein Flachrohr, eine Höhe bzw. Querschnittshöhe von ungefähr 1 mm bis 2 mm und/oder eine Länge von ungefähr 200 mm bis 800 mm auf. Unter der Höhe ist dabei die oben bezeichnete, gegenüber der langen Seite, d.h. der Tiefe, wesentlich kürzere Seite des flachrohrartigen Querschnitts zu verstehen. Eine Innendurchlaßhöhe eines Kanals innerhalb des Flachrohrs liegt dabei bevorzugt zwischen 0,4 mm und 1 mm.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Durchflusseinrichtung mindestens einen inneren Strömungskanal im wesentlichen parallel zu der Längsachse der Durchflusseinrichtung, bevorzugt mehrere innere Strömungskanäle im wesentlichen parallel zu der Längsachse, auf.

30 Im Querschnitt kann der mindestens eine Strömungskanal eine Form aufweisen, welche im wesentlichen kreis- oder ellipsenförmig, polygonartig oder rechteckig ist, oder Mischformen hieraus aufweist, beispielsweise rechteckig mit mehr oder wenig stark abgerundeten Ecken.

35

- 8 -

Der mindestens eine Strömungskanal wird von wenigstens einem strömungsfähigen Medium (Fluid), wie einem Kühlmittel, wenigstens abschnittsweise unter einem Betriebsdruck von ungefähr 125 bar durchströmt.

5

Unter strömungsfähigen Medien beziehungsweise Fluiden werden im Rahmen der Erfindung flüssige und/oder gasförmige Medien beliebiger Viskosität verstanden, wie insbesondere, aber nicht ausschließlich Öle, Flüssigkeiten, insbesondere hoher Verdampfungswärme, Wasser, Luft oder Gase, beispielsweise Kohlendioxid, sowie Kältemittel, die verdampfen oder kondensieren können. Die strömungsfähigen Medien können dabei auch Zusätze beispielsweise zur Korrosionshemmung enthalten.

15

An der Anschlussstelle kann seitens der Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung eine Ausnehmung für einen Anschluss der Durchflusseinrichtung vorgesehen werden. Ein Querschnitt der Ausnehmung ist dabei dem flachrohrartigen Querschnitt der Durchflusseinrichtung angepasst. Daneben kann die Ausnehmung zusätzliche Ausformungen aufweisen, welche beispielsweise als Einführschräge für Flachrohre dienen.

20

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung einen rohrförmigen Querschnitt auf. Vorzugsweise ist ein Innendurchmesser des rohrförmigen Querschnitts der Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung ungefähr gleich der (Querschnitts-)Tiefe der Durchflusseinrichtung.

25

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere geeignet für einen Hochdruckwärmetauscher, insbesondere einem Hochdruckkühler, im Speziellen einem Hochdruckgaskühler, und/oder einem Hochdruckzuheizer.

30

Eine solcher Wärmetauscher weist mehrere, in der Regel eine Vielzahl, erfindungsgemäße Durchflusseinrichtungen, wie Flachrohre, auf, welche in mindestens einer Ebene, im wesentlichen parallel zueinander in einem vorgebbaren Abstand angeordnet sind.

35

- 9 -

Zwischen jeweils zwei benachbarten Durchflusseinrichtung können Rippen bzw. Wellrippen, vorzugsweise in Reihe, angeordnet sein. Eine Wellrippenhöhe kann ungefähr 2 mm bis 8 mm betragen. Auch können die Wellrippen einer Ebene separate Wellrippen sein.

5

Alternativ kann eine über mehrere Ebenen durchgehende Wellrippe vorgesehen werden.

10 Bei dem Wärmetauscher sind weiter die mehreren Durchflusseinrichtungen jeweils mindestens an einem Ende an einer Anschlussstelle mit einer Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung im wesentlichen gas- und/oder flüssigkeitsdicht verbunden.

15 Bevorzugt sind die mehreren Durchflusseinrichtungen in zwei Ebenen angeordnet, wobei jeweils die Enden der Durchflusseinrichtungen in einer Ebene mit einer Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung verbunden sind.

20 In einer weiteren Ausführungsform können die Durchflusseinrichtungen zweier benachbarter Ebenen auch versetzt zueinander sein.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, einem Kühler und/oder einem Zuheizer gemäß obigem Wärmetauscher, sind die Rippen jeweils zwischen zwei benachbarten Durchflusseinrichtungen, beispielsweise zwischen benachbarten Flachrohren angeordnet. Ein Kühlmittel unter Hochdruck durchströmt die mehreren Flachrohre, wobei ein Wärmetausch zwischen dem Kühlmittel und einer die mehreren Flachrohre umgebenden Luft gefördert wird.

30 Eine weitere bevorzugte Ausführungsform, eine Vorrichtung zum Klimatisieren einer in einen Fahrzeuginnenraum eines Kraftfahrzeugs geleiteten Luft, weist auf wenigstens einen Verdichter, einen Zuheizer und/oder Verdampfer gemäß obiger bevorzugter Ausführungsform, ein Expansionsventil und einen Kühler gemäß obiger Ausführungsform.

35

- 10 -

Der Verdichter und das Expansionsventil sind aus dem Stand der Technik bekannt. Weiter ist bekannt, dass in Hochdruckkühlkreisläufen das Kühlmittel zumindest in einem Abschnitt des Kühlkreislaufes, welcher sich von einem Ausgang des Verdichters über den Hochdruckwärmetauscher zu dem Expansionsventil erstreckt, unter Hochdruck steht.

Weitere Vorteile und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Zeichnungen. Darin zeigen:

10

Fig. 1 eine Teildarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Austausch von Wärme, eines Wärmetauschers eines Gaskühlers;

15

Fig. 2 eine Darstellung, welche einen Zusammenhang zwischen geometrischen Abmessungen von Komponenten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Austausch von Wärme, eines Wärmetauschers eines Gaskühlers, zeigt;

20

Fig. 3 eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Blocktiefe eines zweireihigen Gaskühlers mit erfindungsgemäßen Flachrohren und einer Flachrohrtiefe eines erfindungsgemäßen Rohres für zwei Berstdrücke;

25

Fig. 4 eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Flachrohrtiefe eines erfindungsgemäßen Rohres und einer Blocktiefe eines zweireihigen Gaskühlers mit erfindungsgemäßen Flachrohren für zwei Berstdrücke;

30

Fig. 5 eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Luftanströmgeschwindigkeit und einer Gaskühlerleistung für einen Gaskühler mit erfindungsgemäßen Flachrohren und für einen vergleichbaren

35

- 11 -

Gaskühler mit verdrehten Flachrohren  
sten Gaskühlermatrix;

Fig. 6

eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Luftanströmgeschwindigkeit und einer Gaskühlerleistung für einen Gaskühler mit erfindungsgemäßen Flachrohren und für einen vergleichbaren Gaskühler mit verdrehten Flachrohren gemäß einer zweiten Gaskühlermatrix;

Fig. 7

eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Flachrohrbreite und einem Gewicht einer Gaskühlermatrix für verschiedenen Gaskühlermatrizen;

Fig. 8

eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Luftanströmgeschwindigkeit und einer gewichtsbezogenen Gaskühlerleistung für einen Gaskühler mit erfindungsgemäßen Flachrohren und für einen vergleichbaren Gaskühler mit verdrehten Flachrohren gemäß einer ersten Gaskühlermatrix;

Fig. 9

eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Luftanströmgeschwindigkeit und einer gewichtsbezogenen Gaskühlerleistung für einen Gaskühler mit erfindungsgemäßen Flachrohren und für einen vergleichbaren Gaskühler mit verdrehten Flachrohren gemäß einer zweiten Gaskühlermatrix;

Fig. 10

eine Teildarstellung eines herkömmlichen Wärmetauschers eines Gaskühlers mit mehreren herkömmlichen verdrehten Flachrohren gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt eines zweireihigen Hochdruckgaskühlers, kurz Gaskühler, 110.



- 12 -

Der ausführungsgemäße zweireihige Gaskühler 110 weist schaltung von 29/31 – 31/29 sowie eine Gesamtabmessung einer Wärmetauschermatrix von ungefähr  $B \times H = 462,0 \times 660 \text{ mm}^2$  auf. Eine Blocktiefe des zweireihigen Gaskühlers 110 beträgt ungefähr 16 mm.

5

In Fig. 1 bezieht sich das Bezugszeichen 100 jeweils auf ein erfindungsgemäßes (Flach-)Rohr des zweireihigen Gaskühler 110.

10

Das Flachrohr 100 weist eine Rohrlänge von ungefähr 670 mm sowie einen flachrohrartigen Querschnitt 101 mit einer langen Seite, einer Flachrohrtiefe, von 5,8 mm und einer gegenüber dieser langen Seite wesentlich kürzeren Seite, einer Flachrohrbreite, von 1,5 mm auf.

15

Ferner weist das Flachrohr 100 einen über die gesamte Rohrlänge, entlag einer Rohrlängsachse geraden Rohrverlauf auf.

Bei dem ausführungsgemäßen, zweireihigen Gaskühler sind die Rohre 100 in zwei zueinander parallelen Ebenen 102, 103 angeordnet.

20

Innerhalb jeder Ebene 102, 103 sind die Flachrohre 100 in einem Abstand von ungefähr 2 mm bis 10 mm, bevorzugt zwischen 4 mm und 8 mm und im besonderen von ca. 6 mm ebenfalls parallel zueinander angeordnet.

25

Zwischen jeweils zwei parallel in einer Ebene 102, 103 benachbart angeordneten Flachrohren 100 sind entlang der Rohrlänge bzw. in Längsrichtung 104 der Rohre 100 Wellrippen 106 mit jeweils einer Wellrippenhöhe von ungefähr 6 mm angeordnet.

30

Der ausführungsgemäße zweireihige Gaskühler 110 weist insgesamt eine Rippendichte von 75 Rippen/dm auf. Ein Vorzugsbereich für die Rippendichte ist von 65 bis 85 Rippen/dm.

35

Die Flachrohre 100 werden in der Längsrichtung 104 von einem Kühlmittel unter Hochdruck durchflossen, wozu in dem Flachrohr 100 mehrere Durchflusskanäle 105 im wesentlichen parallel zu der Längsrichtung 104 bzw. der Längsachse des Flachrohrs 100 vorgesehen sind.

- 13 -

Ein Paar von Sammel tanks 120, aufweisend zwei Sammelrohre 123, 124, ist mit jedem Flachrohrende 121 an einer dafür vorgesehenen Anschlussstelle verbunden, um sich in einer Richtung, einer Hauptausdehnungsrichtung, senkrecht zur Längsrichtung 104 jedes Rohres 100 zu erstrecken. Auch diese werden vom Kühlmittel unter Hochdruck durchströmt.

Demzufolge weist der flachrohrartige Querschnitt 101 bzw. die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts 101 des Rohres 100 an der jeweiligen Anschlussstelle einen in Bezug auf die Hauptausdehnungsrichtung der Sammel tanks 120 einen vorgegebenen Winkel von ungefähr  $90^\circ$  auf.

An der Anschlussstelle ist seitens der Sammel tanks 120 eine Ausnehmung für den Anschluss des Flachrohres 100 vorgesehen. Ein Querschnitt der Ausnehmung ist dabei dem Querschnitt 101 des Flachrohres 100 angepasst. Daneben weist die Ausnehmung eine zusätzliche Ausformung, eine Einführschräge für die Flachrohre 100, auf.

Unter einem miteinander Verbinden wird ein Verbinden in der Weise verstanden, dass durch diese Verbindung ein flüssiges und/oder gasförmiges Fluid, wie in diesem Fall das Kühlmittel, flüssigkeits- und/oder gasdicht strömen kann.

Entsprechende Verfahren zur Herstellung einer solchen dichten Verbindung, wie Löten, Schweißen und/oder Kleben oder Kombinationen hieraus, sind aus dem Stand der Technik bekannt.

Die Sammel tanks 120 bzw. die Sammelrohre 123, 124 weisen jeweils einen rohrförmigen Querschnitt 122 auf, wobei ein Innendurchmesser 200 des rohrförmigen Querschnitts 122 ungefähr gleich ist der Rohrtiefe des Flachrohres 100. Eine Sammelrohrwandstärke 201 ist abhängig von einem geforderten Berstdruck.

Fig.2 zeigt geometrische Zusammenhänge zur Bestimmung der Blocktiefe.

Die Blocktiefe  $T(\text{Ges})$  bestimmt sich nach:

- 14 -

$$T(\text{Ges}) = 2 * T(\text{Fl}) + 2 * d(\text{Wand, Sammelrohr}) + b(\text{Spalt}),$$

5

wobei mit  $T(\text{Fl})$  die Flachrohrtiefe, mit  $d(\text{Wand, Sammelrohr})$  eine Wandstärke eines Sammelrohrs und mit  $b(\text{Spalt})$  ein Spalt zwischen den zwei Sammelrohren bezeichnet wird.

10

Fig.3 zeigt eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Blocktiefe eines zweireihigen Gaskühlers mit erfindungsgemäßen Flachrohren und einer Flachrohrtiefe eines erfindungsgemäßen Flachrohres für zwei Berstdrücke, nämlich 270 bar und 360 bar.

15

Dem dargestellten graphischen Zusammenhang liegt weiter zugrunde, dass  $b(\text{Spalt}) = 0,8 \text{ mm}$  beträgt und sich  $d(\text{Wand, Sammelrohr})$  nach

$$d(\text{Wand, Sammelrohr}) = 0,1 * P(\text{Berst}) * T(\text{Fl}) / (2 * s)$$

20

bestimmt, wobei  $P(\text{Berst})$  den Berstdruck und  $s$  eine Streckgrenze eines Sammelrohrwerkstoffes bezeichnet.  $s$  wird vorliegend mit  $50 \text{ N/mm}^2$  (AA 3003 mod) angenommen.

25

Fig.3 ist zu entnehmen, dass für eine Blocktiefe von 16 mm und einem Berstdruck von 270 bar die maximale Flachrohrtiefe  $T(\text{Fl}) = 5,9 \text{ mm}$  betragen darf. Bei einem Berstdruck von 360 bar beträgt die maximale Flachrohrtiefe  $T(\text{Fl}) = 5,5 \text{ mm}$ .

30

Somit ist die Flachrohrtiefe  $T(\text{Fl}) < 6 \text{ mm}$  bei geraden Flachrohren bei zweireihigen Hochdruckgaskühlern mit einer Blocktiefe von 16 mm ausreichend für einen Berstdruck von 270 bar.

35

Weiterhin ist hier zu berücksichtigen, dass mit abnehmenden Flachrohrtiefen  $T(\text{Fl})$  sich eine Kontaktfläche zwischen einer Wellrippe und dem Flachrohr bei konstanter Blocktiefe verringert. Aus diesem Grund sollte bei einer Blocktiefe von 16 mm die einzelne Flachrohrtiefe auch nicht kleiner als un-

- 15 -

gefähr 5 mm sein. Entsprechendes ist auch für andere Gesetze  
berücksichtigen.

5 Weiter ist Fig.3 zu entnehmen, dass bei einer Blocktiefe von 14 mm bei zweireihigen Gaskühlern die Flachrohrtiefe  $T(FI) < 5,20$  mm bei geraden Flachrohren für einen Berstdruck von 270 bar ausreichend ist.

10 Fig. 4 zeigt eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Flachrohrtiefe eines erfindungsgemäßen Rohres und einer Blocktiefe eines zweireihigen Gaskühlers mit erfindungsgemäßen Flachrohren für zwei Berstdrücke, nämlich 270 bar und 360 bar.

15 Fig.4 ist beispielweise zu entnehmen, dass bei einem Berstdruck von 270 bar (360 bar) und einer Blocktiefe von 15 mm eine Flachrohrtiefe von ungefähr 5,2 mm (5,6 mm) bei geraden Flachrohren ausreichend ist.

Fig.5 und Fig.6 zeigen eine Gaskühlerleistung über einer Luftanströmgeschwindigkeit bei vorgegebenen Randbedingungen.

20 In Fig.5 werden 2 zweireihige Hochdruckgaskühler mit einer Rippendichte von 75 Rippen/dm, einer Rippenhöhe von 6 mm, einer Blocktiefe von 16 mm und gleicher Rohrverschaltung 29/31 – 31/29 miteinander verglichen.

25 Gaskühler 1 weist herkömmliche Flachrohre mit verdrehten Flachrohrenden und mit einer Flachrohrtiefe von 7 mm auf. Die Abmessungen der Wärmetauschermatrix dieses Gaskühlers 1 betragen  $B \times H = 462,0 \times 650,0$  mm<sup>2</sup> bei einer Stirnfläche  $F(St) = 30,0$  dm<sup>2</sup>.

30 Gaskühler 2 weist die erfindungsgemäßen Flachrohre mit geradem Rohrverlauf und mit einer Flachrohrtiefe von 5,8 mm auf. Die Abmessungen der Wärmetauschermatrix des Gaskühlers 2 betragen  $B \times H = 462,0 \times 664,0$  mm<sup>2</sup> bei einer Stirnfläche von 30,7 dm<sup>2</sup>.

35 Durch die größere Stirnfläche des Gaskühlers 2 kann der Nachteil der geringeren Flachrohrtiefe und somit verkleinerten Kontaktfläche zwischen Wellrippe und Flachrohr in etwa egalisiert werden. Der Gaskühler 2 weist bei ei-

- 16 -

nem gleichen Massenstrom einen höheren kältemittelseitigen Druckabfall auf.

5 In Fig.6 werden 2 zweireihige Hochdruckgaskühler mit einer Rippendichte von 75 Rippen/dm, einer Rippenhöhe von 4,5 mm, einer Blocktiefe von 16 mm und gleicher Rohrverschaltung 37/40 – 40/37 miteinander verglichen.

10 Gaskühler 1 weist herkömmliche Flachrohre mit verdrehten Flachrohrenden und mit einer Flachrohrtiefe von 7mm auf. Die Abmessungen der Wärmetauschermatrix dieses Gaskühlers 1 betragen  $B \times H = 458,8 \times 650,0 \text{ mm}^2$  bei einer Stirnfläche  $F(\text{St}) = 29,8 \text{ dm}^2$ .

15 Gaskühler 2 weist die erfindungsgemäßen Flachrohre mit geradem Rohrverlauf und mit einer Flachrohrtiefe von 5,8 mm auf. Die Abmessungen der Wärmetauschermatrix des Gaskühlers 2 betragen  $B \times H = 458,0 \times 664,0 \text{ mm}^2$  bei einer Stirnfläche von  $30,5 \text{ dm}^2$ .

20 Durch die größere Stirnfläche des Gaskühlers 2 kann der Nachteil der geringeren Flachrohrtiefe und somit verkleinerten Kontaktfläche zwischen Wellrippe und Flachrohr in etwa egalisiert werden. Der Gaskühler 2 weist bei einem gleichen Massenstrom einen höheren kältemittelseitigen Druckabfall auf.

25 Fig. 7 zeigt eine graphische Darstellung mit einem Zusammenhang zwischen einer Flachrohrbreite und einem Gewicht einer Gaskühlermatrix für verschiedene Gaskühlermatrizen.

30 Dargestellt sind in Fig.7 die Zusammenhänge für ein erfindungsgemäßes Flachrohr mit einer Flachrohrtiefe von  $T(\text{Fl}) < 6 \text{ mm}$  sowie für ein herkömmliches Flachrohr mit größerer Flachrohrtiefe, nämlich  $T(\text{Fl}) = 7 \text{ mm}$ .

35 Die Zusammenhänge sind dargestellt jeweils für die Flachrohrbreiten von 1,4 mm und 1,6 mm und zwei Wellrippenhöhen von 4,5 mm und 6 mm bei einer Rippendichte von 75 Rippen/dm. Eine Wellrippendicke beträgt 0,1 mm.



- 17 -

Fig.7 kann ein deutlich geringeres Gewicht bei Gaskühlern  
dungsgemäßen Flachrohrtiefe  $T(FI) < 6$  mm entnommen werden.

5 Fig.8 und Fig.9 zeigen eine gewichtsbezogene Gaskühlerleistung, welche  
sich durch Division der Gaskühlerleistung durch das Gewicht der Wärmetau-  
schermatrix ergibt, über der Luftanströmgeschwindigkeit bei vorgegebenen  
Randbedingungen.

10 Die dargestellte Gaskühlerleistung bezieht sich auf die bereits in Fig.5 und  
Fig.6 behandelten Gaskühler.

15 Fig.8 und Fig.9 ist zu entnehmen, dass die gewichtsbezogene Gaskühlerlei-  
stung für die beiden Gaskühler mit den erfindungsgemäßen Flachrohren mit  
einer Flachrohrtiefe  $T(FI) < 6,1$  mm deutlich größer ist im Vergleich zu den  
beiden Gaskühlern mit herkömmlichen Flachrohren mit einer Flachrohrtiefe  
von 7 mm.

20 Die vorliegende Erfindung kann insbesondere auf Kühler oder Zuheizer ei-  
nes Hochdruckkühlkreislaufts angewendet werden. Eine Ausgestaltung der  
jeweiligen Wärmetauschermatrix ist nicht auf im obigen beschriebene Geo-  
metrien beschränkt. Sie kann im Rahmen der erfinderischen Flachrohrgeo-  
metrie und der Berstdruckanforderungen beliebig gewählt werden.

25 Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit bevorzugten Ausführ-  
ungsformen unter Bezug auf die anliegenden Zeichnungen vollständig er-  
läutert wurde, erschließen sich dem Fachmann zahlreiche Abwandlungen  
und Modifikationen, die sämtlich im Umfang der vorliegenden Erfindung lie-  
gen, die in den anliegenden Ansprüchen festgelegt ist.

## P a t e n t a n s p r ü c h e

5

1. Vorrichtung zum Austausch von Wärme,  
mit wenigstens einer Durchflusseinrichtung und wenigstens einer mit  
der wenigstens einen Durchflusseinrichtung an einer Anschlussstelle  
verbundenen Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung,

10

wobei die wenigstens eine Durchflusseinrichtung einen flachrohrarti-  
gen Querschnitt mit einer langen Seite und einer gegenüber der lan-  
gen Seite kurzen Seite sowie eine vorgegebene Durchflusseinrich-  
tungslänge aufweist,

15

wobei die wenigstens eine Durchflusseinrichtung und die wenigstens  
eine Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung von einem unter einem  
Hochdruck stehenden Fluid durchströmbar sind,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

20

die wenigstens eine Durchflusseinrichtung einen über die gesamte  
Durchflusseinrichtungslänge, entlag einer Längsachse der Durch-  
flusseinrichtung geraden Verlauf aufweist,

25

die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts eine Länge von un-  
gefähr 5 mm bis 6,1 mm, insbesondere 5 mm bis 5,9 mm, aufweist  
und an der Anschlussstelle die lange Seite des flachrohrartigen  
Querschnitts der Durchflusseinrichtung einen in Bezug auf eine  
Hauptausdehnungsrichtung der Sammel- und/oder Verteilungsein-  
richtung Winkel von ungefähr 90° aufweist.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

30

die kurze Seite des flachrohrartigen Querschnitts der Durchflussein-  
richtung eine Länge von ungefähr 1 mm bis 2 mm aufweist und/der  
die Durchflusseinrichtungslänge ungefähr 200 mm bis 800 mm be-  
trägt.

35

3. Vorrichtung gemäß wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 5 die Durchflusseinrichtung mindestens einen inneren Strömungskanal im wesentlichen parallel zu der Längsachse, bevorzugt mehrere innere Strömungskanäle im wesentlichen parallel zu der Längsachse, aufweist.
- 10 4. Vorrichtung gemäß dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Strömungskanal im Querschnitt eine Form aufweist, welche im wesentlichen kreis-, ellipsenförmig, polygonartig oder rechteckig ist, oder Mischformen hieraus aufweist.
- 15 5. Vorrichtung gemäß wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung eine Vielzahl von den Durchflusseinrichtungen aufweist, deren jede mit der wenigstens einen Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung verbunden ist und/oder die im wesentlichen in mindestens einer Ebene und/oder im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.
- 20 6. Vorrichtung gemäß dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vielzahl von Durchflusseinrichtungen in zwei Ebenen angeordnet sind.
- 25 7. Vorrichtung gemäß dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zwei Sammel- und/oder Verteilungseinrichtungen aufweist, deren jede mit einem Ende der wenigstens einen Durchflusseinrichtung verbunden ist.
- 30 8. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung einen rohrförmigen Querschnitt aufweist, wobei ein Innendurchmesser des rohrförmigen Querschnitts der Sammel- und/oder Verteilungseinrich-
- 35

- 20 -

tung ungefähr gleich der langen Seite des flachrohrar  
schnitts der Durchflusseinrichtung ist.

- 5 9. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das die wenigstens eine Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung  
durchströmende Fluid ein Kühlmittel ist und/oder unter einem Druck  
von ungefähr 125 bar steht.
- 10 10. Kühler, insbesondere Gaskühler, und/oder Zuheizer mit einer Vor-  
richtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
15 der Kühler und/oder Zuheizer eine Vielzahl von den Durchflussein-  
richtungen aufweist, deren jede mit der wenigstens einen Sammel-  
und/oder Verteilungseinrichtung verbunden ist und/oder die im we-  
sentlichen in einer Ebene und/oder im wesentlichen parallel zueinan-  
der angeordnet sind, und  
20 der Kühler und/oder Zuheizer eine Vielzahl von Rippen aufweist, die  
zwischen benachbarten Durchflusseinrichtungen im wesentlichen  
senkrecht zur Längsrichtung der jeweiligen Durchflusseinrichtung an-  
geordnet sind, um einen Wärmeaustausch zwischen Luft und dem  
Fluid zu fördern.
- 25 11. Vorrichtung zum Klimatisieren einer in einen Fahrzeuginnenraum ei-  
nes Kraftfahrzeugs geleiteten Luft, mit wenigstens einem Verdichter,  
einem Verdampfer und/oder Zuheizer, einem Expansionsventil und  
einem Kühler, wobei wenigstens ein Zuheizer und/oder ein Kühler  
gemäß Anspruch 10 ist.
- 30 12. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zum Austausch von  
Wärme,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
bei dem Verfahren an einer Anschlussstelle zwischen mindestens ei-  
ner Durchflusseinrichtung und einer Sammel- und/oder Verteilungs-  
35 einrichtung eine Verbindung hergestellt wird, welche Verbindung einer

- 21 -

Gruppe entnommen wird, welche Löt-, Schweiß- oder  
dungen enthält,

wobei die wenigstens eine Durchflusseinrichtung

- 5
- einen flachrohrartigen Querschnitt aufweist mit einer langen Seite mit einer Länge von ungefähr 5 mm bis 6,1 mm, insbesondere 5,9 mm, und mit einer gegenüber der langen Seite kurzen Seite,
  - eine vorgegebene Durchflusseinrichtungslänge aufweist,
  - von einem unter einem Hochdruck stehenden Fluid durchströmbar ist und

- 10
- einen über die gesamte Durchflusseinrichtungslänge, entlang einer Längsachse der Durchflusseinrichtung geraden Verlauf aufweist,
- wobei die wenigstens eine Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung von dem unter Hochdruck stehenden Fluid durchströmbar sind und

- 15
- wobei an der Anschlussstelle die lange Seite des flachrohrartigen Querschnitts der Durchflusseinrichtung einen in Bezug auf eine Hauptausdehnungsrichtung der Sammel- und/oder Verteilungseinrichtung Winkel von ungefähr 90° aufweist.

20



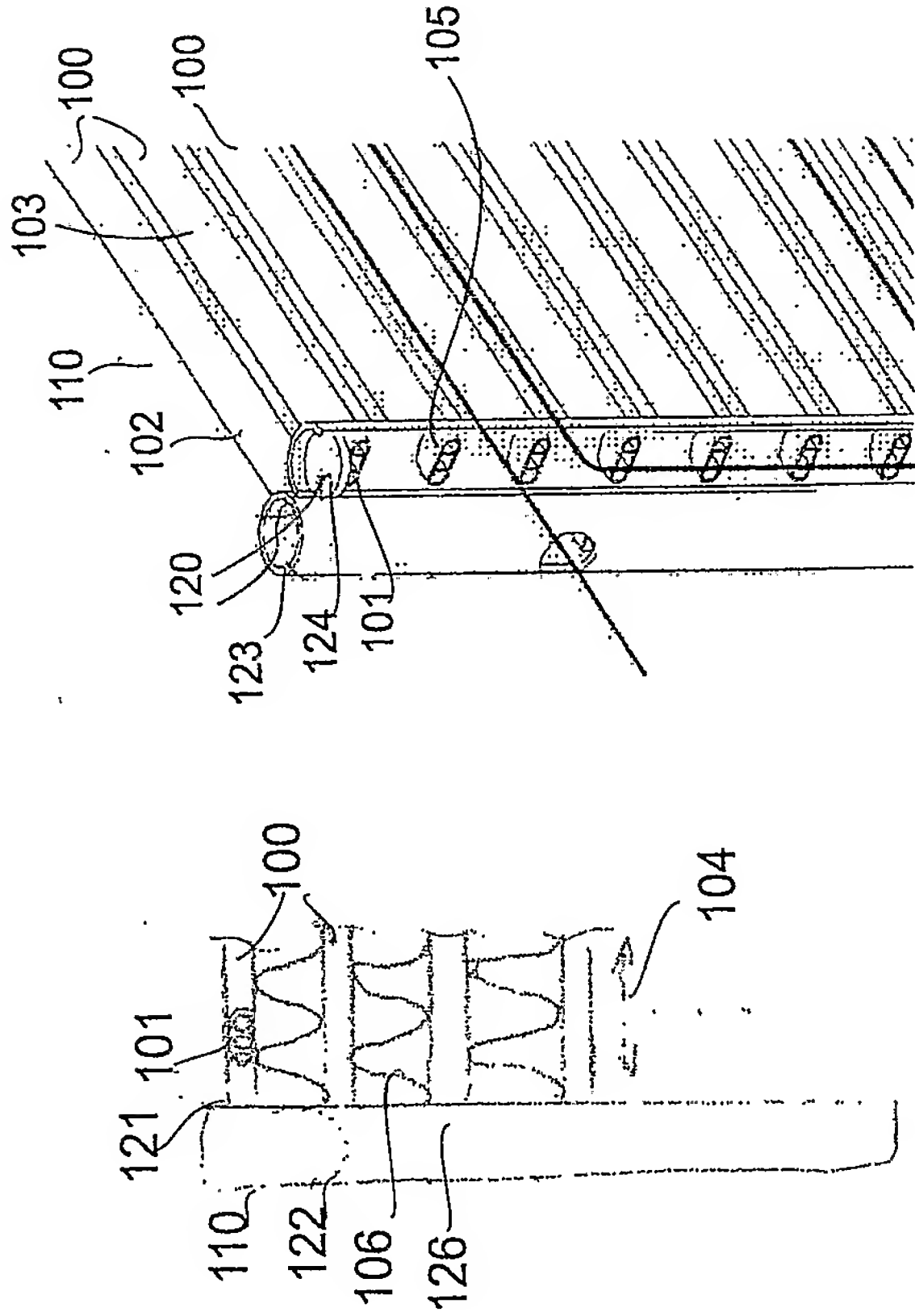


Fig. 1

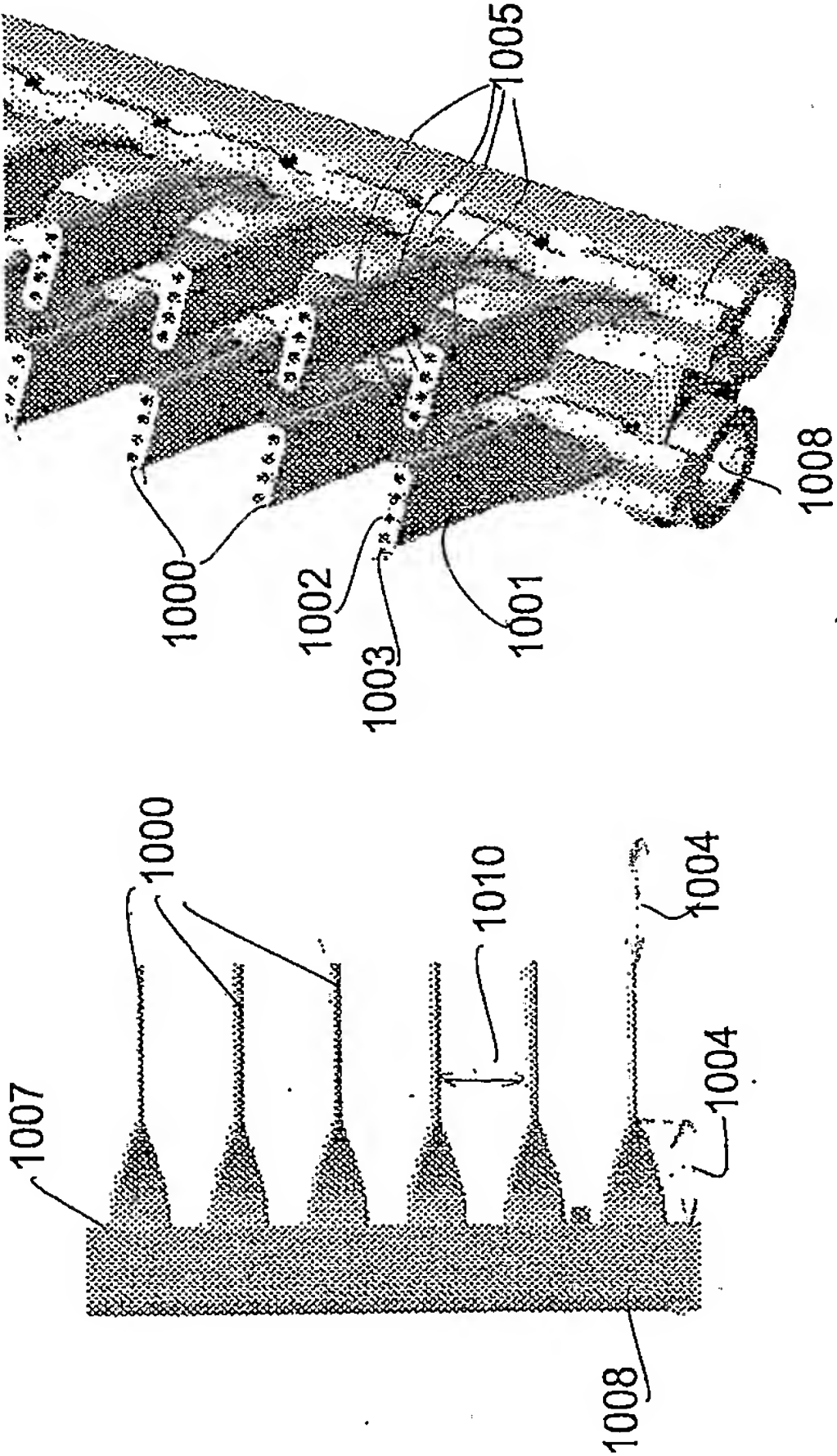


Fig. 10  
Stand der Technik

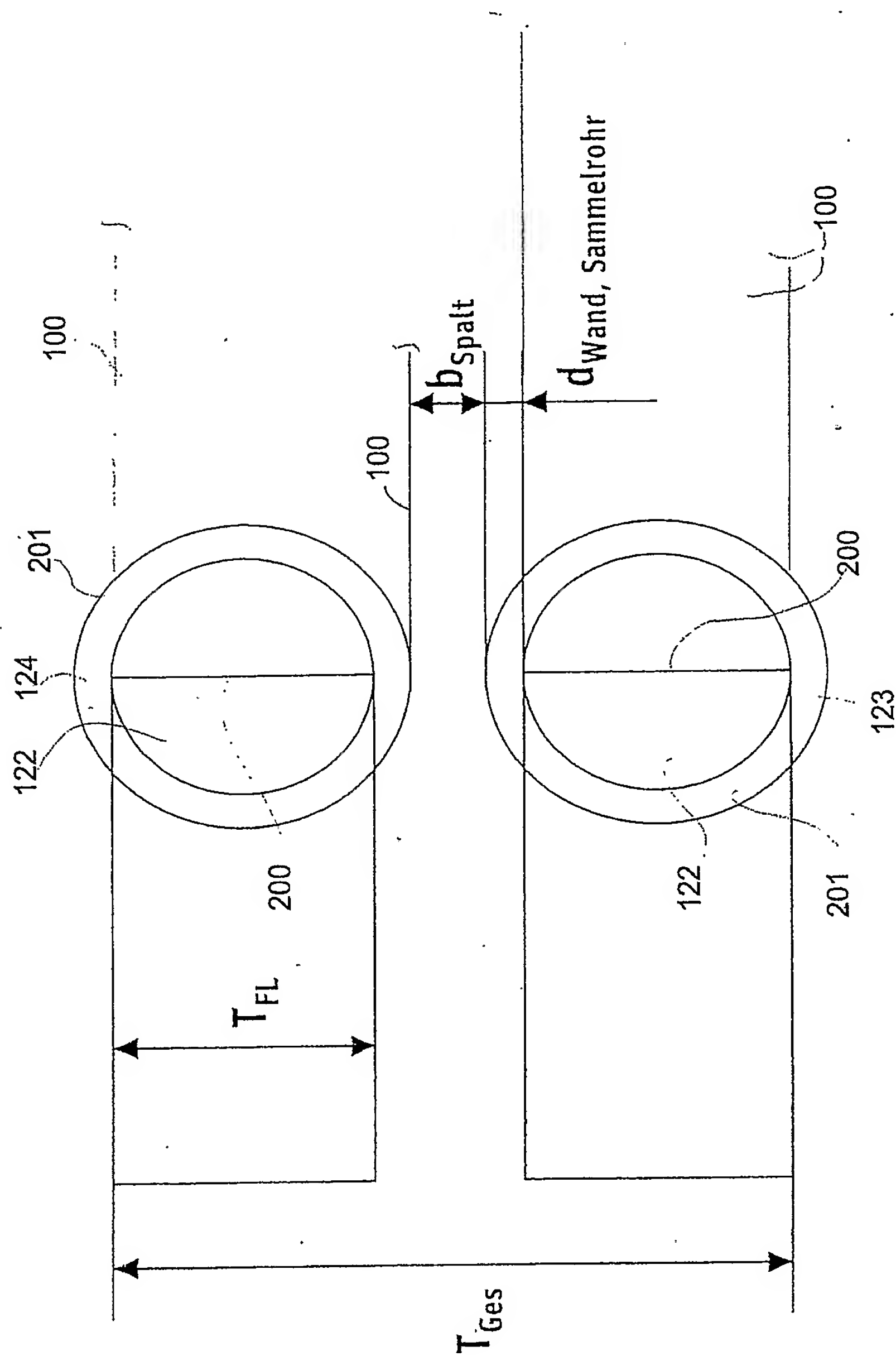
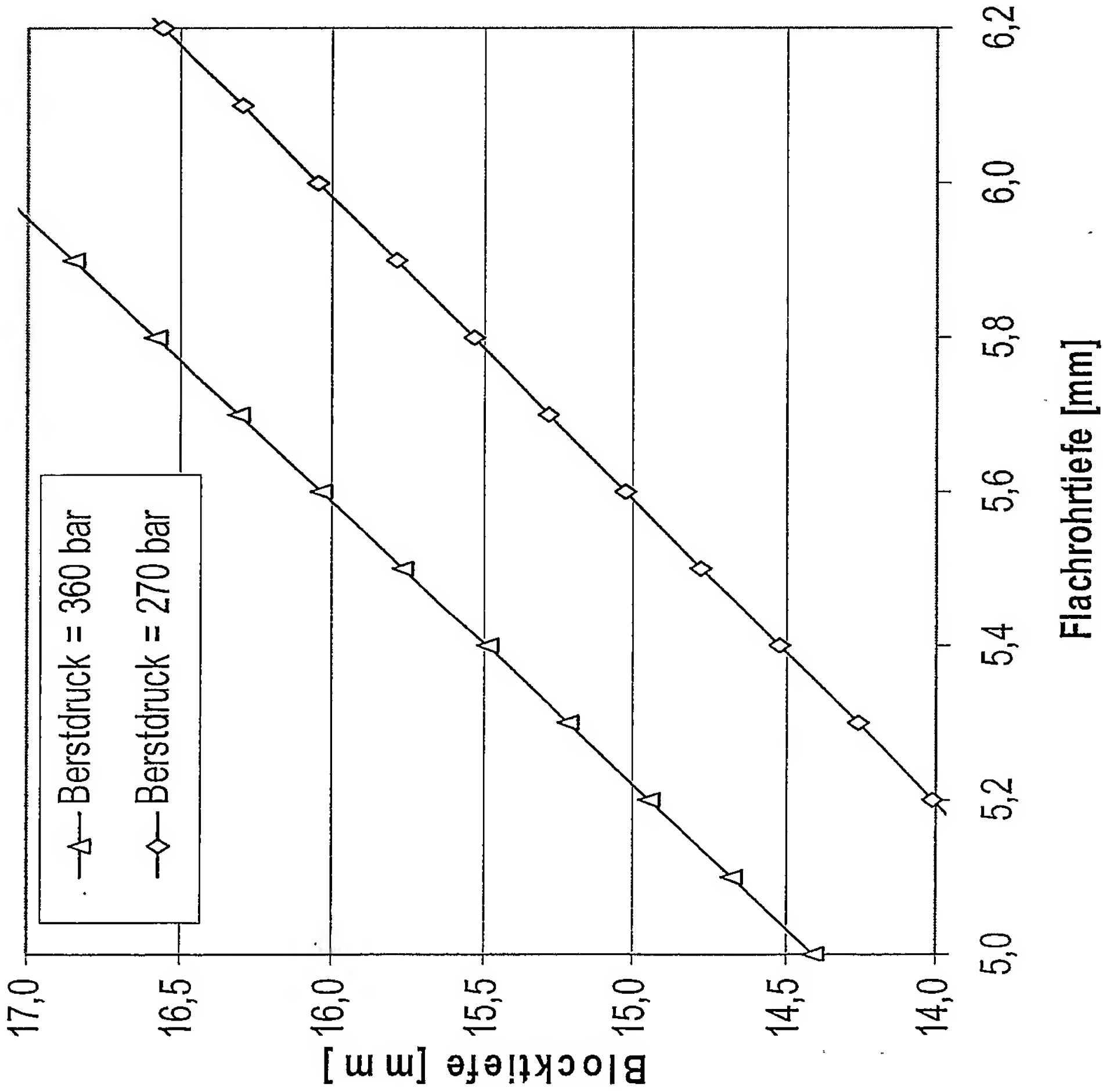


Fig. 2

Fig. 3



$$T_{\text{Ges}} = 2 \times T_{\text{FL}} + 2 \times d_{\text{Wand, Sammelrohr}} + b_{\text{Spalt}}$$

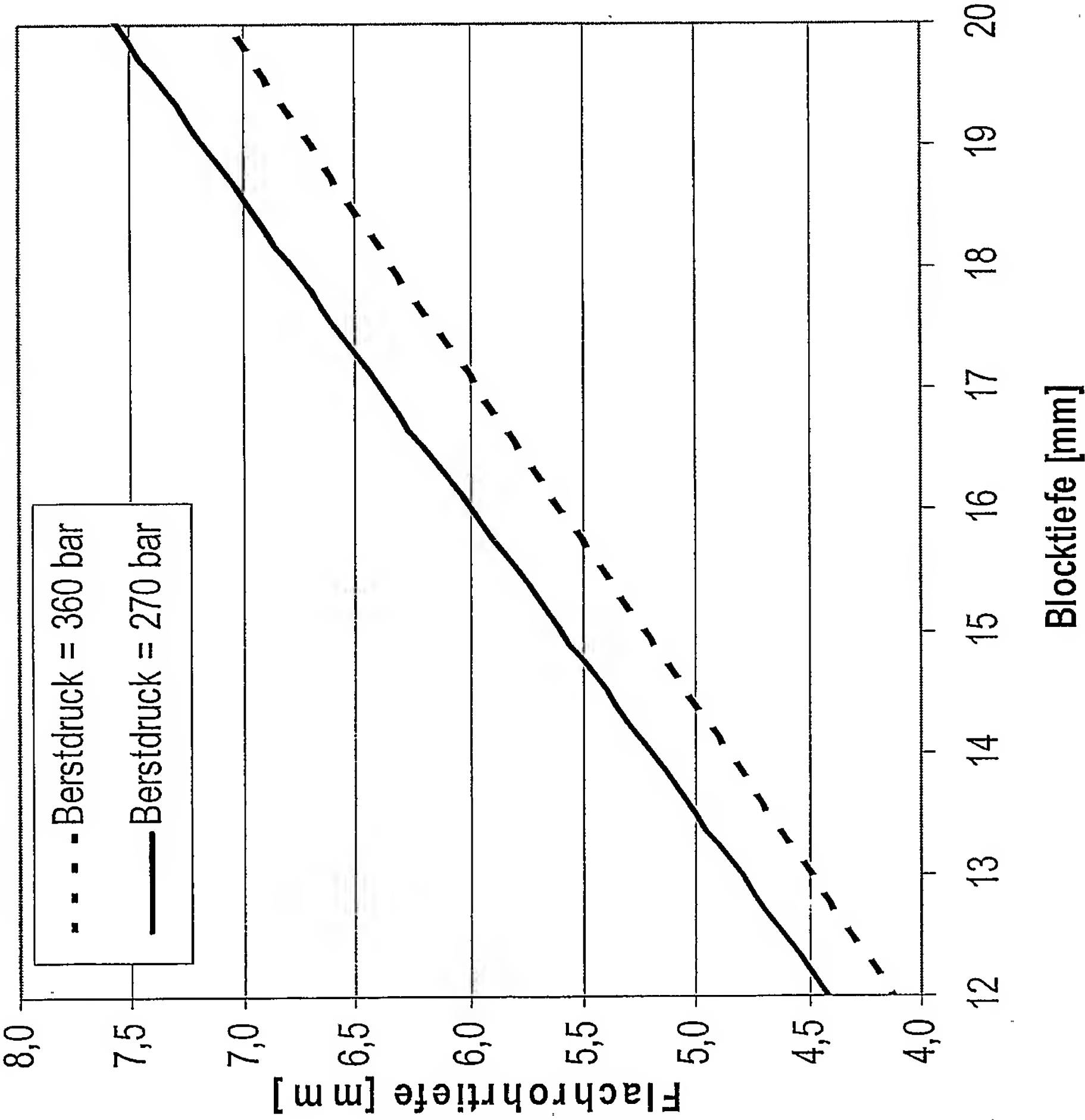
hier mit

$$b_{\text{Spalt}} = 0,8 \text{ mm}$$

$$d_{\text{Wand, Sammelrohr}} = 0,1 \times P_{\text{Burst}} \times T_{\text{FL}} / (2 \times \sigma)$$

wobei  $P_{\text{burst}}$  der Berstdruck und  
σ die Streckgrenze des Sammelrohr-  
werkstoffs hier  $\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$  ist

Fig. 4

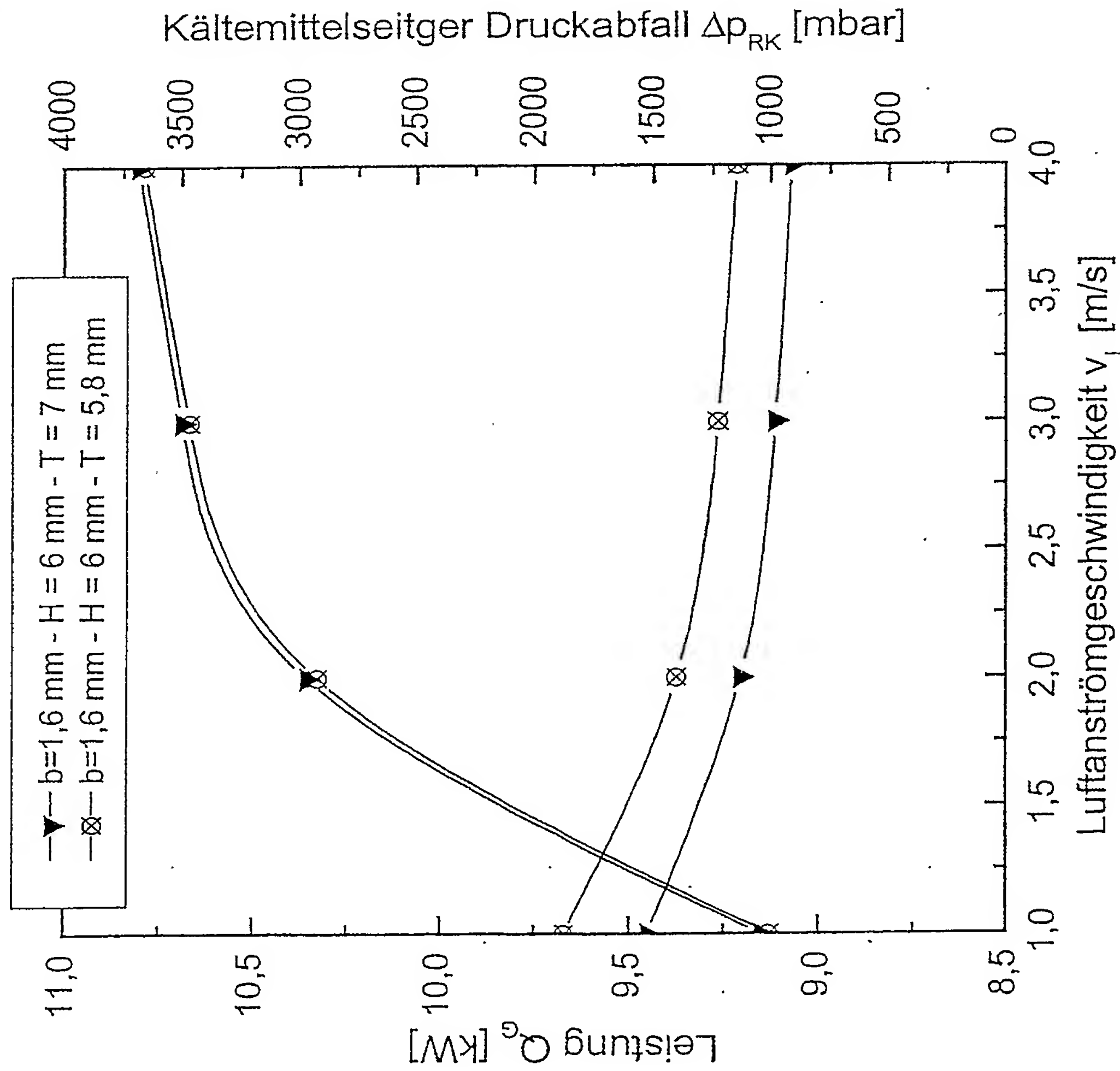


$$T_{FL} = \frac{(T_{Ges} - b_{Spalt})}{2 + 0,2 * P_{Burst} / (2 * \sigma)}$$

hier mit  
 $b_{Spalt} = 0,8 \text{ mm}$

wobei  $P_{burst}$  der Berstdruck und  
 $\sigma$  die Streckgrenze des Sammelrohr-  
werkstoffs hier  $\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$  ist

Fig. 5



Gaskühler:

Rippendichte 75 Ri/dm  
Rippenhöhe = 6 mm

Rohr:  $T=7$  mm

$B \times H = 462,0 \times 650$  mm<sup>2</sup>     $F_{St} = 30,0$  dm<sup>2</sup>  
(1) HV    29/31 - 31/29

Rohr:  $T=5,8$  mm

$B \times H = 462,0 \times 664$  mm<sup>2</sup>     $F_{St} = 30,7$  dm<sup>2</sup>  
(2) HV    29/31 - 31/29

Randbedingungen:

Lufttemperatur Gaskühlereintritt:

TLGE = 45 °C

CO<sub>2</sub>-Temp. Gaskühlereintritt:

TRGE = 130 °C

Gaskühlereintrittsdruck:

PRGE = 125 bar

Massenstrom CO<sub>2</sub> :

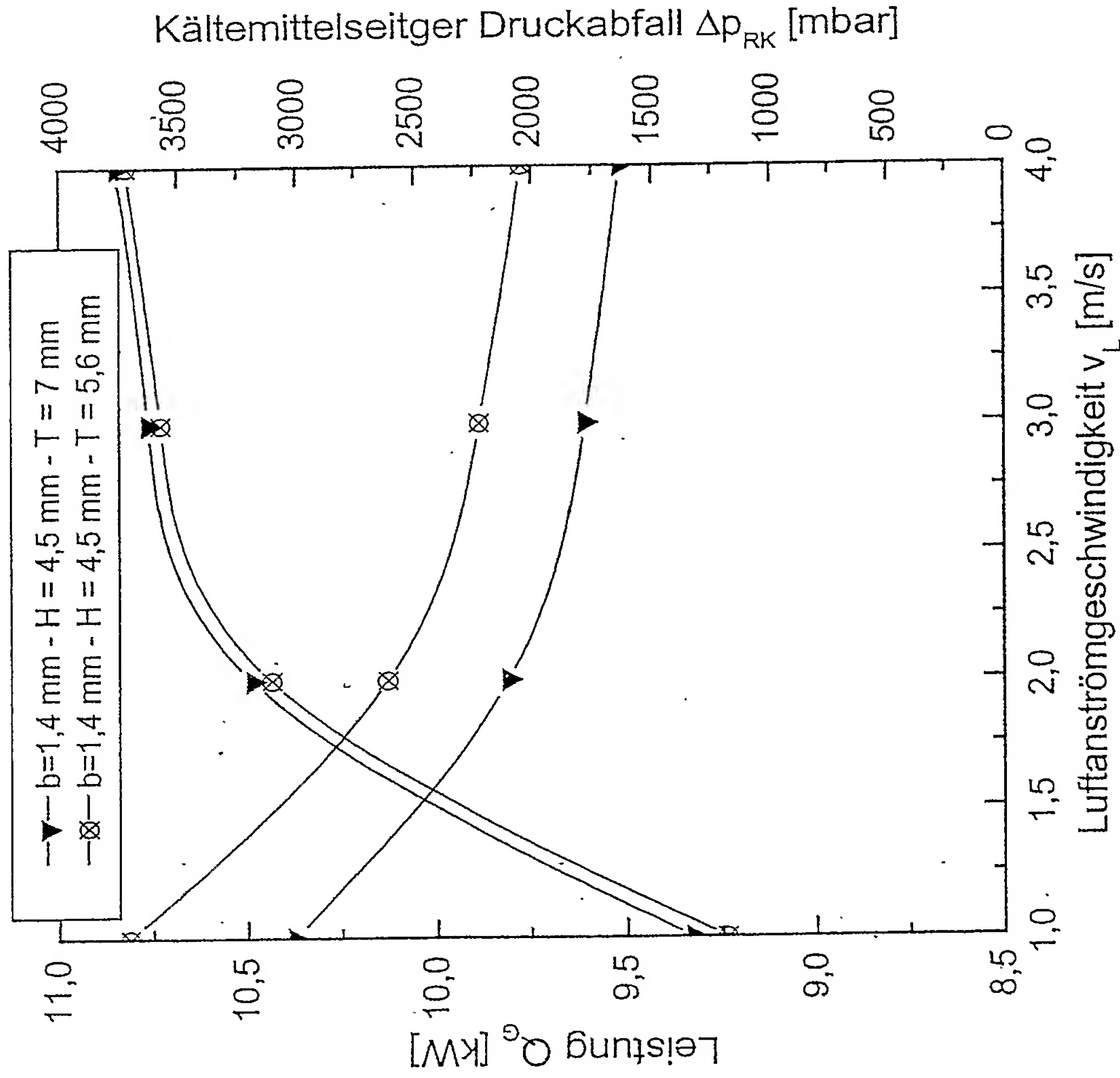
GR = 180 kg/h

Ölanteil:

1%



Fig. 6



Gaskühler:  
Rippendichte 75 Ri/dm  
Rippenhöhe = 6 mm

Rohr:  $T=7$  mm  
 $B \times H = 458,8 \times 650$  mm<sup>2</sup>  $F_{St} = 29,8$  dm<sup>2</sup>  
(1) HV 37/40 - 40/37

Rohr:  $T=5,8$  mm  
 $B \times H = 458,8 \times 664$  mm<sup>2</sup>  $F_{St} = 30,5$  dm<sup>2</sup>  
(2) HV 37/40 - 40/37

Randbedingungen:  
Lufttemperatur Gaskühlereintritt: TLGE = 45°C  
CO<sub>2</sub>-Temp. Gaskühlereintritt: TRGE = 130°C  
Gaskühlereintrittsdruck: PRGE = 125 bar  
Massenstrom CO<sub>2</sub>: GR = 180 kg/h  
Ölanteil: 1%

Fig. 7

Rippendichte 75 Ri/dm

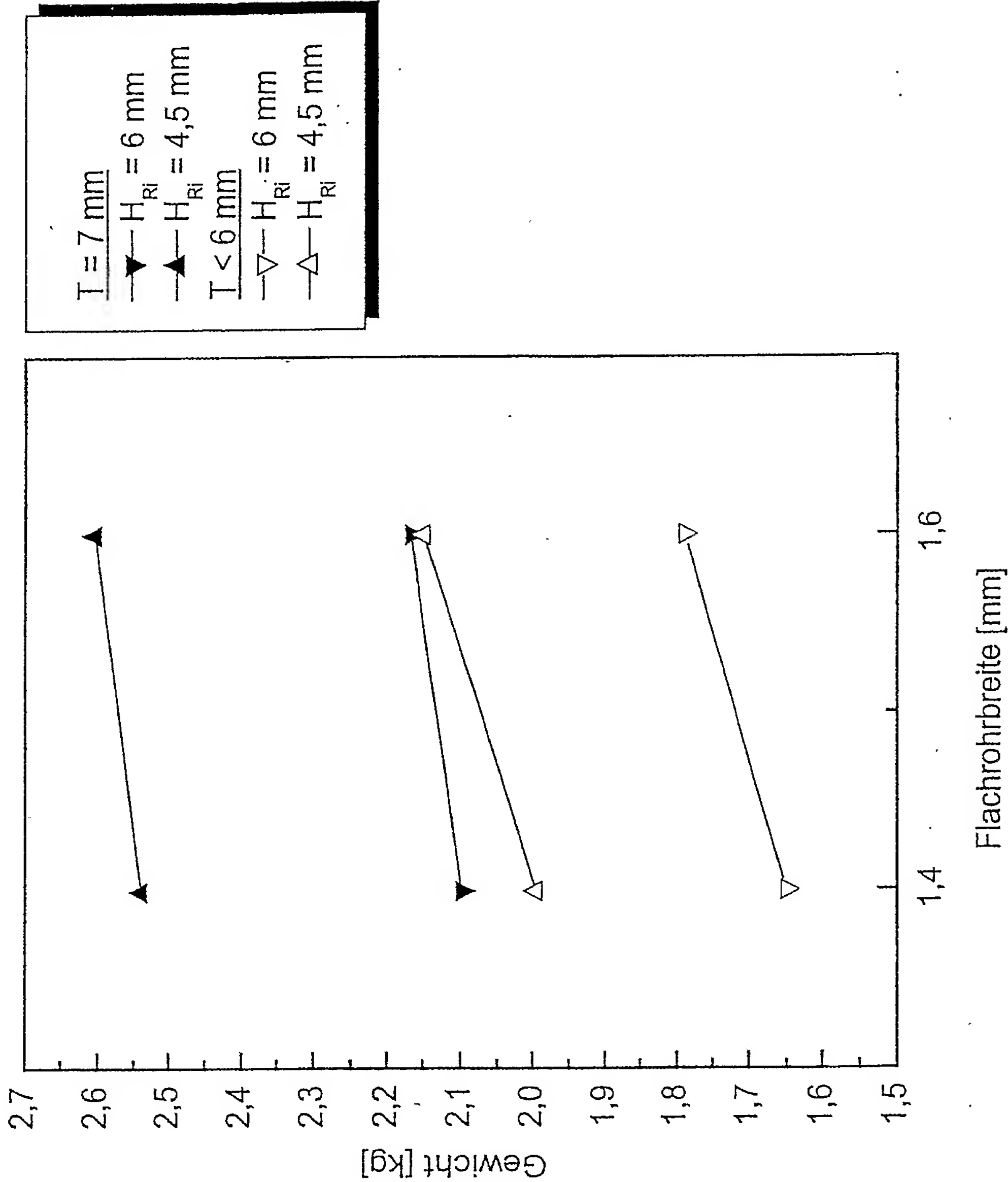
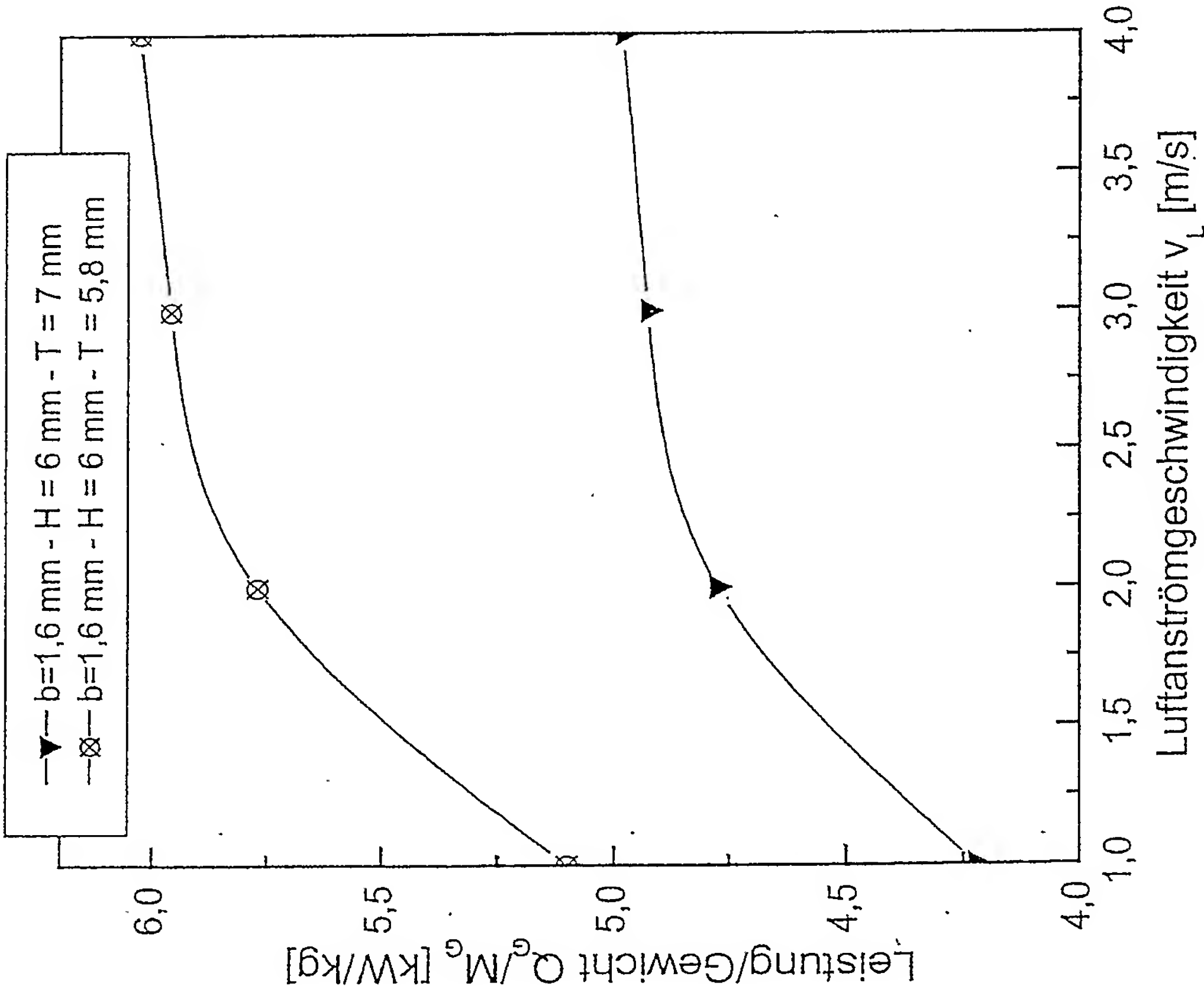


Fig. 8



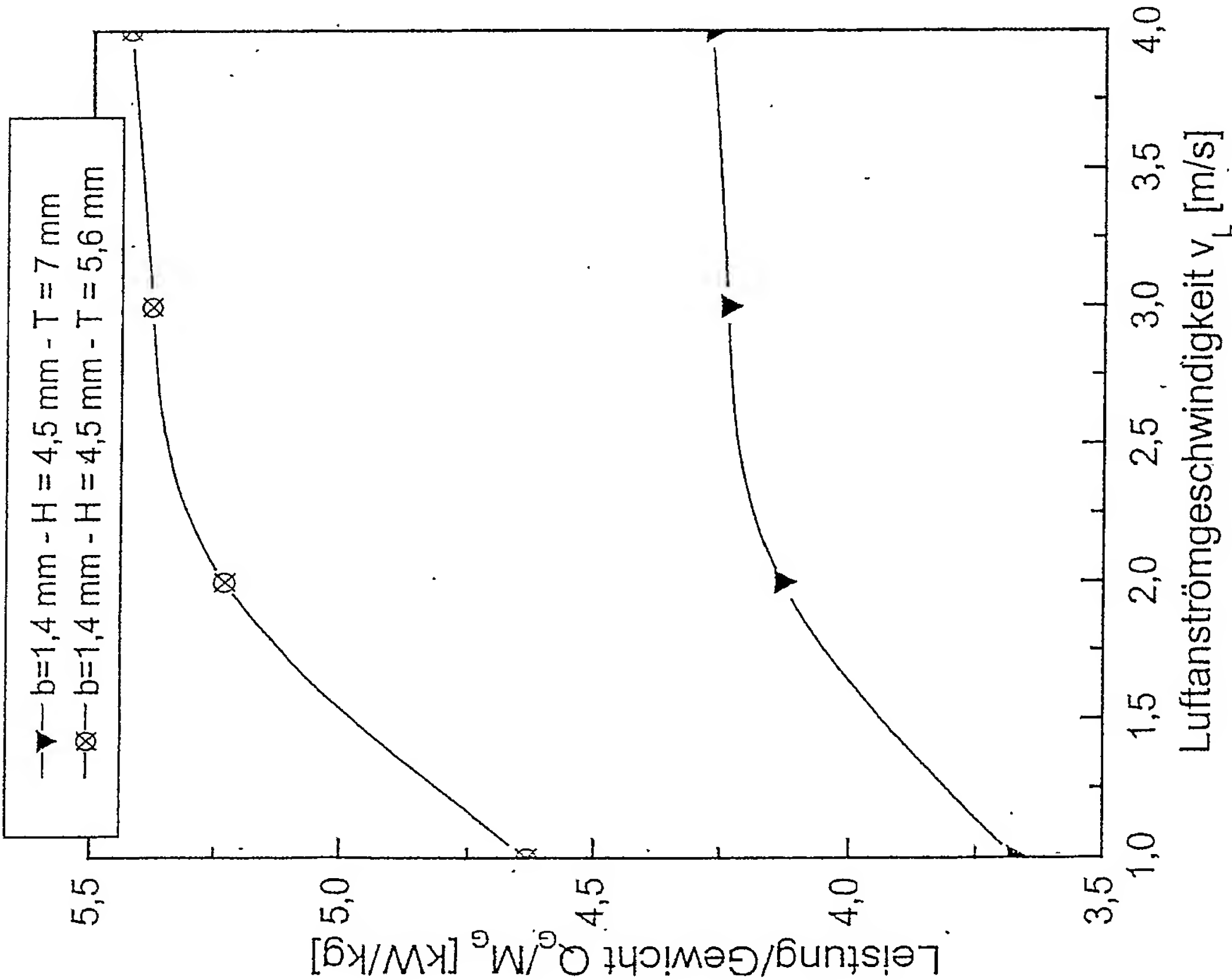
Gaskühler:  
Rippendichte 75 Ri/dm  
Rippenhöhe = 6 mm

Rohr:  $T = 7$  mm  
 $B \times H = 462,0 \times 650$  mm<sup>2</sup>  $F_{St} = 30,0$  dm<sup>2</sup>  
(1) HV 29/31 - 31/29

Rohr:  $T = 5,8$  mm  
 $B \times H = 462,0 \times 664$  mm<sup>2</sup>  $F_{St} = 30,7$  dm<sup>2</sup>  
(2) HV 29/31 - 31/29

Randbedingungen:  
Lufttemperatur Gaskühlereintritt: TLGE = 45°C  
CO<sub>2</sub>-Temp. Gaskühlereintritt: TRGE = 130°C  
Gaskühlereintrittsdruck: PRGE = 125 bar  
Massenstrom CO<sub>2</sub>: GR = 180 kg/h  
Ölanteil: 1%

Fig. 9



Gaskühler:

Rippendichte 75 Ri/dm  
Rippenhöhe = 6 mm

Rohr:  $T=7$  mm

$B \times H = 458,8 \times 650 \text{ mm}^2$   $F_{st} = 29,8 \text{ dm}^2$

(1) HV 37/40 - 40/37

Rohr:  $T=5,8$  mm

$B \times H = 458,8 \times 664 \text{ mm}^2$   $F_{st} = 30,5 \text{ dm}^2$

(2) HV 37/40 - 40/37

Randbedingungen:

Lufttemperatur Gaskühlereintritt:

TLGE = 45 °C

CO<sub>2</sub>-Temp. Gaskühlereintritt:

TRGE = 130 °C

Gaskühlereintrittsdruck:

PRGE = 125 bar

Massenstrom CO<sub>2</sub> :

GR = 180 kg/h

Ölanteil:

1%

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/001032

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F28D1/053 F28F9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F28D F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US R E35 711 E (HOSHINO ET AL) 6 January 1998 (1998-01-06) column 2, line 54 - line 65; figures 1,3,9,15 column 3, line 9 - line 13 column 1, line 27 - line 29 -----	1,3-5,7, 10,12
X	EP 0 414 433 A (SHOWA ALUMINUM KABUSHIKI KAISHA) 27 February 1991 (1991-02-27) column 1, line 7 - line 11; figures 5,7 column 6, line 34 - line 59 -----	1-8,10, 12
A	WO 02/12816 A (SHOWA DENKO K.K; KITAZAKI, SATOSHI) 14 February 2002 (2002-02-14) page 1, line 17 - line 24; figure 4 page 7, line 1 - line 2 page 9, line 16 - line 18 ----- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 June 2005

Date of mailing of the international search report

21/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dantinne, P



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/001032

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 06 289 A1 (DENSO CORP) 19 August 1999 (1999-08-19) column 1, line 3 - line 6; figure 3 column 1, line 48 - line 63 -----	1
A	EP 1 298 401 A (HALLA CLIMATE CONTROL CORPORATION) 2 April 2003 (2003-04-02) abstract; figure 1 -----	1
A	US 5 099 576 A (SHINMURA ET AL) 31 March 1992 (1992-03-31) claim 1; figures 15,17-19 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001032

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US RE35711	E	06-01-1998	JP 3045300 B	10-07-1991
			JP 63034466 A	15-02-1988
			US 5246064 A	21-09-1993
			US 5190100 A	02-03-1993
			US 4936379 A	26-06-1990
			AT 58009 T	15-11-1990
			AT 78579 T	15-08-1992
			AT 197501 T	11-11-2000
			CA 1301161 C	19-05-1992
			CA 1326481 C2	25-01-1994
			CA 1324602 C2	23-11-1993
			DE 3752324 D1	14-12-2000
			DE 3752324 T2	29-03-2001
			DE 3765875 D1	06-12-1990
			DE 3780648 D1	27-08-1992
			DE 3780648 T2	17-12-1992
			EP 0255313 A2	03-02-1988
			EP 0360362 A1	28-03-1990
			EP 0479775 A2	08-04-1992
			EP 0480914 A2	15-04-1992
			US 4825941 A	02-05-1989
			US 5458190 A	17-10-1995
			US 5482112 A	09-01-1996
			US RE35655 E	11-11-1997
			US 5025855 A	25-06-1991
			US RE35742 E	17-03-1998
			JP 1900372 C	27-01-1995
			JP 3045302 B	10-07-1991
			JP 63243688 A	11-10-1988
EP 0414433	A	27-02-1991	JP 3030036 B2	10-04-2000
			JP 3084395 A	09-04-1991
			AT 123138 T	15-06-1995
			AT 155233 T	15-07-1997
			AU 637807 B2	10-06-1993
			AU 6122990 A	28-02-1991
			CA 2023499 A1	24-02-1991
			DE 69019633 D1	29-06-1995
			DE 69019633 T2	30-11-1995
			DE 69031047 D1	14-08-1997
			DE 69031047 T2	05-02-1998
			EP 0414433 A2	27-02-1991
			EP 0643278 A2	15-03-1995
			US 6021846 A	08-02-2000
			US 5529116 A	25-06-1996
			US 5743328 A	28-04-1998
WO 0212816	A	14-02-2002	JP 2002048488 A	15-02-2002
			AU 7770301 A	18-02-2002
			CN 1447900 A	08-10-2003
			WO 0212816 A1	14-02-2002
			US 2004069476 A1	15-04-2004
DE 19906289	A1	19-08-1999	JP 11230686 A	27-08-1999
			JP 11325784 A	26-11-1999
			JP 11351783 A	24-12-1999
			US 6216776 B1	17-04-2001

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001032

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1298401	A	02-04-2003	KR 2003027609 A	07-04-2003
			KR 2003027610 A	07-04-2003
			KR 2003027611 A	07-04-2003
			KR 2003035513 A	09-05-2003
			CN 1410738 A	16-04-2003
			EP 1298401 A2	02-04-2003
			JP 2003121092 A	23-04-2003
			US 2003066633 A1	10-04-2003
<hr/>				
US 5099576	A	31-03-1992	JP 3046757 U	30-04-1991
			JP 2744815 B2	28-04-1998
			JP 3094941 A	19-04-1991
			JP 3102197 A	26-04-1991
<hr/>				

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001032

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F28D1/053 F28F9/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F28D F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US R E35 711 E (HOSHINO ET AL) 6. Januar 1998 (1998-01-06) Spalte 2, Zeile 54 - Zeile 65; Abbildungen 1,3,9,15 Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 13 Spalte 1, Zeile 27 - Zeile 29 -----	1,3-5,7, 10,12
X	EP 0 414 433 A (SHOWA ALUMINUM KABUSHIKI KAISHA) 27. Februar 1991 (1991-02-27) Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 11; Abbildungen 5,7 Spalte 6, Zeile 34 - Zeile 59 -----	1-8,10, 12
A	WO 02/12816 A (SHOWA DENKO K.K; KITAZAKI, SATOSHI) 14. Februar 2002 (2002-02-14) Seite 1, Zeile 17 - Zeile 24; Abbildung 4 Seite 7, Zeile 1 - Zeile 2 Seite 9, Zeile 16 - Zeile 18 ----- -/--	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dantinne, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 06 289 A1 (DENSO CORP) 19. August 1999 (1999-08-19) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 6; Abbildung 3 Spalte 1, Zeile 48 - Zeile 63 -----	1
A	EP 1 298 401 A (HALLA CLIMATE CONTROL CORPORATION) 2. April 2003 (2003-04-02) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1
A	US 5 099 576 A (SHINMURA ET AL) 31. März 1992 (1992-03-31) Anspruch 1; Abbildungen 15,17-19 -----	1



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001032

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US RE35711 E	06-01-1998	JP 3045300 B	10-07-1991
		JP 63034466 A	15-02-1988
		US 5246064 A	21-09-1993
		US 5190100 A	02-03-1993
		US 4936379 A	26-06-1990
		AT 58009 T	15-11-1990
		AT 78579 T	15-08-1992
		AT 197501 T	11-11-2000
		CA 1301161 C	19-05-1992
		CA 1326481 C2	25-01-1994
		CA 1324602 C2	23-11-1993
		DE 3752324 D1	14-12-2000
		DE 3752324 T2	29-03-2001
		DE 3765875 D1	06-12-1990
		DE 3780648 D1	27-08-1992
		DE 3780648 T2	17-12-1992
		EP 0255313 A2	03-02-1988
		EP 0360362 A1	28-03-1990
		EP 0479775 A2	08-04-1992
		EP 0480914 A2	15-04-1992
		US 4825941 A	02-05-1989
		US 5458190 A	17-10-1995
		US 5482112 A	09-01-1996
		US RE35655 E	11-11-1997
		US 5025855 A	25-06-1991
		US RE35742 E	17-03-1998
		JP 1900372 C	27-01-1995
		JP 3045302 B	10-07-1991
		JP 63243688 A	11-10-1988
EP 0414433 A	27-02-1991	JP 3030036 B2	10-04-2000
		JP 3084395 A	09-04-1991
		AT 123138 T	15-06-1995
		AT 155233 T	15-07-1997
		AU 637807 B2	10-06-1993
		AU 6122990 A	28-02-1991
		CA 2023499 A1	24-02-1991
		DE 69019633 D1	29-06-1995
		DE 69019633 T2	30-11-1995
		DE 69031047 D1	14-08-1997
		DE 69031047 T2	05-02-1998
		EP 0414433 A2	27-02-1991
		EP 0643278 A2	15-03-1995
		US 6021846 A	08-02-2000
		US 5529116 A	25-06-1996
		US 5743328 A	28-04-1998
WO 0212816 A	14-02-2002	JP 2002048488 A	15-02-2002
		AU 7770301 A	18-02-2002
		CN 1447900 A	08-10-2003
		WO 0212816 A1	14-02-2002
		US 2004069476 A1	15-04-2004
DE 19906289 A1	19-08-1999	JP 11230686 A	27-08-1999
		JP 11325784 A	26-11-1999
		JP 11351783 A	24-12-1999
		US 6216776 B1	17-04-2001

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001032

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1298401	A	02-04-2003	KR	2003027609 A	07-04-2003
			KR	2003027610 A	07-04-2003
			KR	2003027611 A	07-04-2003
			KR	2003035513 A	09-05-2003
			CN	1410738 A	16-04-2003
			EP	1298401 A2	02-04-2003
			JP	2003121092 A	23-04-2003
			US	2003066633 A1	10-04-2003
US 5099576	A	31-03-1992	JP	3046757 U	30-04-1991
			JP	2744815 B2	28-04-1998
			JP	3094941 A	19-04-1991
			JP	3102197 A	26-04-1991